



УДК 556.047

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ РАЗЛИЧИЯ ЭМИССИИ МЕТАНА С ПОВЕРХНОСТИ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Гречушниковая Мария Георгиевна, к.г.н., ведущий научный сотрудник¹, старший научный сотрудник²

¹Географический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова

119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, МГУ имени М.В.Ломоносова, Географический факультет

²ИВП РАН 119333, Москва, ул. Губкина, д.3.

Ломова Диана Владиславовна, к.г.н., старший научный сотрудник
ИВП РАН 119333, город Москва, ул. Губкина, д.3.

Ломов Виктор Александрович, магистр

Географический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова

119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, МГУ имени М.В.Ломоносова, Географический факультет

Аннотация. В статье приведены результаты исследования содержания и эмиссии метана в Иваньковском водохранилище в августе 2020-2021 г. Показано, что различия погодных условий привели к формированию различной гидроэкологической структуры водоема, что повлекло и различия в эмиссии метана.

Ключевые слова: метан, эмиссия, температура воды, растворенный кислород, водохранилище.

Введение

Метан – парниковый газ, изучению которого в последнее время уделяется большое внимание. Один из антропогенных источников метана – водохранилища (метан образуется при разложении аллохтонной и автохтонной органики и выделяется в атмосферу диффузионным и пузырьковым переносом). Водоохранилища РФ еще относительно мало изучены в отношении этого вопроса, поэтому предлагаемая тема представляется весьма актуальной.

Объект исследования

Иваньковское водохранилище создано в 1937 г., имеет среднегодовой коэффициент водообмена (Кв) 7,9 год⁻¹ (проточно). Водоём используется для подачи воды в столицу по каналу имени Москвы (в среднем 1,5 км³/год), для охлаждения систем Конаковской ГРЭС, что сказывается на тепловом режиме водоема ниже по течению, а также для судоходства, добычи строительного материала, рекреационных целей и т. д..

Водохранилище относится к водохранилищам долинного типа и имеет сложную конфигурацию. Морфологические особенности его плесов обуславливают их эколого-биологические различия [1].

Материалы и методы

Квазисинхронные гидролого-гидрохимические съемки водохранилища были проведены 5-6 августа 2020 г. и 4-5 августа 2021 г. Отбор проб и измерения производились на станциях: н.п. Городня (Верхневолжский плес), б/о «Дипкорпус» (Шошинский плес), г. Конаково (Средневолжский плес), Корчева и Приплотинный участок в районе г. Дубна (Нижневолжский или Ивановский плес). Содержание метана в отобранных пробах определялось на газовом хроматографе с пламенно-ионизационным детектором Хроматэк-Кристалл 5000.2. Расчет концентрации метана в пробах воды производился методом headspace. На станциях проводилось измерение удельного потока метана в атмосферу методом плавучих камер [2]. По ходу движения судна отбирались пробы воды для определения интенсивности продукционно-деструкционных процессов скляночным методом в кислородной модификации. Светлая и темная склянки экспонировались на борту судна в течение 3-4 часов, величины валовой продукции и деструкции определялись в пересчете на 1 час.

Результаты и обсуждение

К первой декаде августа 2020 г. Ивановское водохранилище оказалось достаточно хорошо перемешано (рис. 1). Четко выраженного слоя температурного скачка не наблюдалось, в водоеме отсутствовала бескислородная зона, даже на станциях близких к плотине. В продольном распределении температуры хорошо заметно ее повышение в поверхностных горизонтах в районе станции Корчева, что является следствием работы Конаковской ГРЭС, сбрасывающей подогретую воду. След теплового загрязнения прослеживается и у плотины. Наибольшая разница поверхностной и придонной температуры воды характерна для станции Корчева (5°C). В 2021 г. температуры воды существенно выше, что обусловлено погодными условиями (жаркая погода в июле, рис. 2), и меньшей проточностью. Поскольку открытых данных по водному балансу Ивановского водохранилища нет, ориентироваться возможно на данные Русгидро [3] по притоку в Угличское водохранилище для которого только 27% площади водосбора приходится на собственную боковую проточность: в 2020 г. в июле приток воды изменялся в пределах $60-1770 \text{ м}^3/\text{с}$, а в 2021 г не превышал $10-80 \text{ м}^3/\text{с}$. Принципиальные отличия вертикального распределения растворенного кислорода состоят в его уменьшении ко дну на станции Городня в 2021 г, большей аэрации придонных горизонтов в Конаково и меньшем содержании в верхней части водной толщи на станциях Корчева и Дубна. По сравнению с 2020 г. существенно большая валовая продукция в 2021 г. отмечена в Шошинском плесе и на станции Дубна (0,63 и 0,48 против 0,19 и 0,2 $\text{мгO}_2/(\text{л}\cdot\text{час})$). Для станций Городня и Корчева валовая продукция по съемкам идентична (0,19 и 0,17; 0,48 и 0,42 $\text{мгO}_2/(\text{л}\cdot\text{час})$ соответственно). Данные по содержанию метана и характерным значениям эмиссии приведен в Таблице 1. Для обеих съемок на всех станциях, кроме Городни, находящейся в проточном Верхневолжском плесе, содержание метана у дна выше, чем у поверхности, однако в 2021 г. оно выше, особенно в приплотинной части. Это может быть связано с активным цветением водоема в жаркий период середины лета (рис. 2). Наибольшее содержание метана отмечается в приплотинном участке, но нем не менее его содержание все равно на порядок меньше, чем для слабопроточного Можайского водохранилища, где к концу лета содержание метана у дна может достигать $2000-3000 \text{ мкл/л}$ [4].

В менее проточном и более жарком 2021 г. значения потока метана оказались выше, чем в 2020 г. Наибольшее значение потока для Шошинского плеса может быть связано с его относительной мелководностью [5] и наибольшей продуктивностью. Относительно небольшой поток в районе Конаково и у плотины (Дубна) может быть

связан с большим содержанием кислорода в придонных горизонтах, чем, например, на станции Корчева (рис. 2).

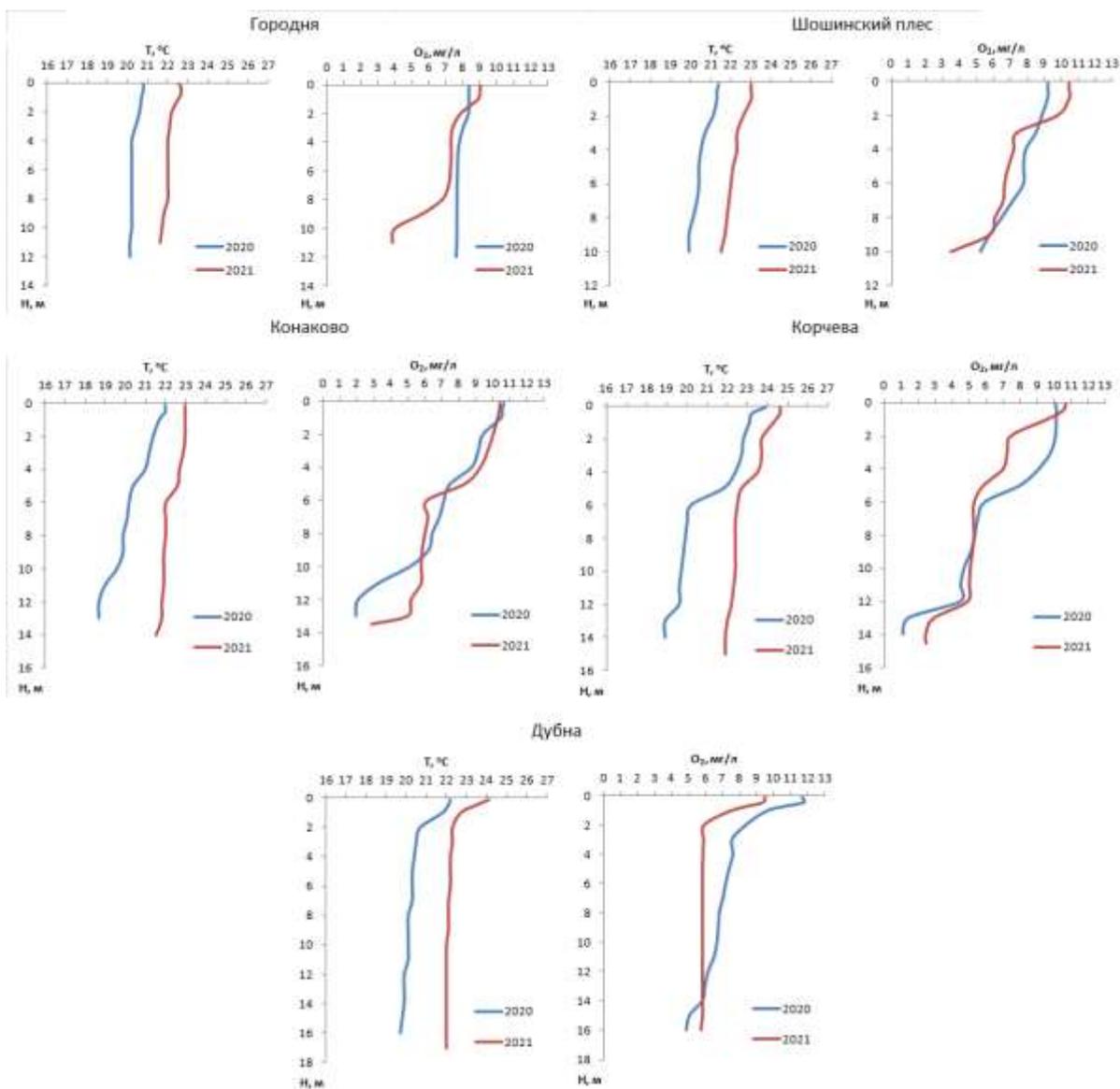


Рис.1. Вертикальное распределение температуры воды и растворенного кислорода по материалам съёмок 2020 и 2021 гг.

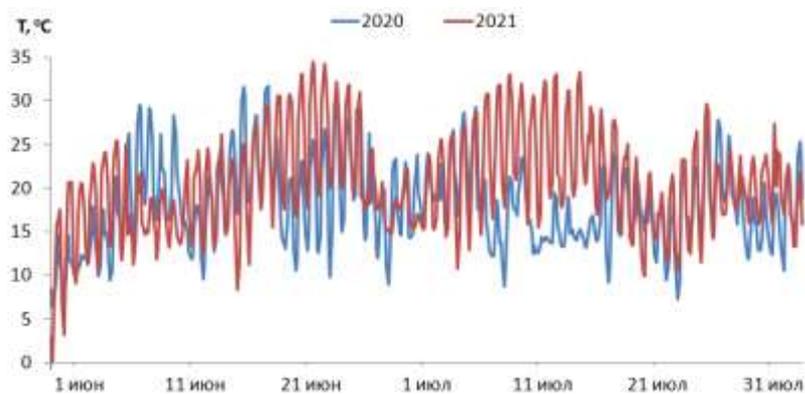


Рис.2. Температура воздуха в летний период 2020 и 2021 гг.

Содержание и эмиссия метана по данным съёмок 2020 и 2021 гг.

Станция	Горизонт	2020 г. CH ₄ , мкл/л	2021 г. CH ₄ , мкл/л	2020 г. мгС/(м ² ·сут)	2021 г. мгС/(м ² ·сут)
Городня	поверхность	16,63	4,72	63,4	10,5
Городня	дно	16,75	4,59	-	-
Шошинский плес	поверхность	8,71	10,78	14,4	334
Шошинский плес	дно	12,58	17,21	-	-
Конаково	поверхность	1,94	9,85	9,4	31,9
Конаково	дно	7,70	16,02	-	-
Корчева	поверхность	3,04	7,82	9,6	223,8
Корчева	дно	13,31	68,48	-	-
Дубна	поверхность	4,09	14,09	2,9	68,9
Дубна	дно	7,79	132,27	-	-

Выводы

Исследования эмиссии метана с поверхности Иваньковского водохранилища, проведенные в одинаковый период (начало августа) в смежные годы, показало, что величина удельного потока может существенно отличаться из-за различий погодных условий и проточности, определяющих формирование гидроэкологической структуры и продуктивность водоема. В 2020 г. общий поток метана изменялся от 2,9 до 63,4 мгС/(м²·сут) при убывании потока от верховьев к плотине, а в 2021 г. его значения составляли от 10,5 до 334 мгС/(м²·сут) с максимумами на станциях Корчева и в Шошинском плесе.

Список литературы:

1. Никаноров Ю.И. Иваньковское водохранилище. – Л.: Изв. ГосНИОРХ, т. 102, 1975. – С. 5-25.
2. Bastviken D., Cole J., Pace M., Tranvik L. Methane emissions from lakes: Dependence of lake characteristics, two regional assessments, and a global estimate // *Global Biogeochemical Cycles*, Vol.18, 2004, 12 p.
3. Изменения уровней водохранилищ ГЭС РусГидро. Режим доступа www.rushydro.ru/hydrology/informer
4. Гречушникова М.Г., Репина И.А., Степаненко В.М., Казанцев В.С., Артамонов А.Ю., Ломов В.А. Эмиссия метана с поверхности долинного водохранилища // *География и природные ресурсы*. — 2019. — № 3. — С. 77–85.
5. Miller B., Arntzen E., Goldman A., Richmond M. Methane Ebullition in Temperate Hydropower Reservoirs and Implications for US Policy on Greenhouse Gas Emissions // *USA: Environmental Management*, Vol. 60, 2017, 1 – 15 pp.

SPATIO-TEMPORAL DIFFERENCES IN METHANE EMISSIONS FROM THE SURFACE OF THE IVANKOVSKY RESERVOIR

Maria G. Grechushnikova, Diana V. Lomova, Viktor A. Lomov

Abstract. The article presents the results of a study of the content and emission of methane in the Ivankovsky reservoir in August 2020-2021. It is shown that differences in weather conditions led to the formation of a different hydroecological structure of the reservoir, which led to differences in methane emissions.

Keywords: methane, emission, water temperature, dissolved oxygen, reservoir.